

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-217718

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

H03M 7/30

(21)Application number : 2000-025626 (71)Applicant : CANON INC

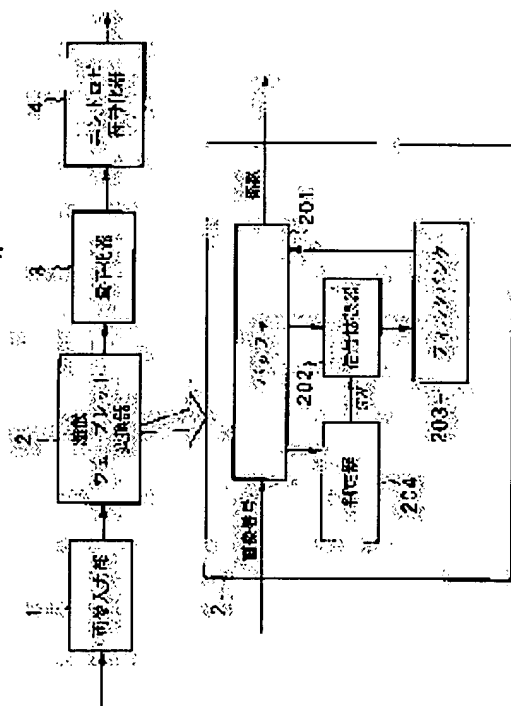
(22)Date of filing : 02.02.2000 (72)Inventor : SATO MAKOTO
KAJIWARA HIROSHI
KISHI HIROKI

(54) DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING IMAGE AND STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide encoding technique with which a picture quality is not considerably degraded on the boundaries of respective areas even on the compression condition of low bit rate when compressing an image for each of prescribed areas.

SOLUTION: In the case of wavelet transformation, while referring to an image signal inside a tile corresponding to the state of the boundary of tiles, either a method for generating an expanded image returned at a boundary pixel position or method for generating an expanded image to become a point object at the boundary pixel position is selected. Based on the selected method, the image signal is expanded so as to be a number required for filtering processing, a prescribed filtering processing is applied to that expanded image signal, and information showing the selected expanding method is embedded in encoded data to be generated.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-217718

(P2001-217718A)

(43)公開日 平成13年 8 月10日 (2001. 8. 10)

(51)Int.Cl.

H 0 3 M 7/30

識別記号

F I

H 0 3 M 7/30

テーマコード*(参考)

A 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2000-25626(P2000-25626)

(22)出願日 平成12年 2 月 2 日 (2000. 2. 2)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号

(72)発明者 佐藤 眞

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ

ノン株式会社内

(72)発明者 梶原 浩

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キヤ

ノン株式会社内

(74)代理人 100076428

弁理士 大塚 康德 (外 1 名)

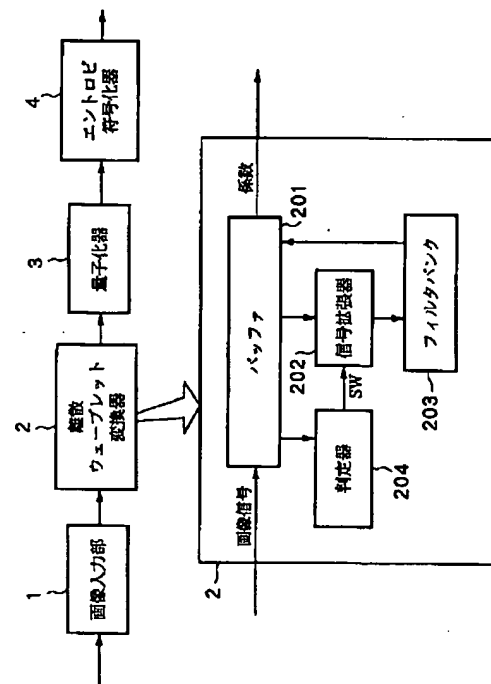
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置及び方法及び記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 画像を所定領域毎に圧縮する際に、低ビットレートの圧縮条件においても、各領域間の境界で著しい画質の劣化が起こらない様な符号化技術を提供する。

【解決手段】 ウェーブレット変換する際に、タイルの境界の状態に応じて、タイル内の画像信号を参照し、境界画素位置で折り返すような拡張画素を生成する方法と、境界画素位置に点対象となる拡張画素を生成する方法のいずれかを選択する。そして、選択された方法に基づき該画像信号をフィルタ処理に必要な数となるよう拡張し、その拡張された画像信号に対して所定のフィルタ処理を行うと共に、生成される符号化データに選択した拡張方法のいずれであるのかを示す情報を埋め込む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割手段と、

個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換手段と、

該変換手段によって得られた変換係数を量子化する量子化手段と、

該量子化手段で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化手段と、該エントロピー符号化手段で符号化された符号データを出力する出力手段とを備える画像処理装置であって、

前記変換手段は、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、当該タイル内の画素の状態と当該タイルに隣接するタイル内の前記注目画素の近傍の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択手段を含み、

前記出力手段は、前記選択手段で選択された拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する手段を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記選択手段で選択する拡張処理には、前記タイル境界の画素に対して点対象の第1の拡張処理と、

前記タイル境界の画素に対して線対称の第2の拡張処理とが含まれることを特徴とする請求項第1項に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記選択手段は、前記タイル境界に位置する注目画素と、当該タイル内の注目画素の近傍の画素と、注目タイルに隣接するタイル内の前記注目画素に隣接する画素の関係に基づいて、前記第1、第2の拡張処理のいずれか1つを選択することを特徴とする請求項第2項に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記注目画素の近傍の画素数は、前記フィルタのタップ数に応じた数とすることを特徴とする請求項第3項に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記注目タイル内における前記拡張処理を示す情報から代表的な情報を決定する手段を更に備え、前記出力手段は当該手段で決定された情報を注目タイルに対する拡張処理を示す情報として埋め込み出力することを特徴とする請求項第1項に記載の画像処理装置。

【請求項6】 入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割手段と、

個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換手段と、

該変換手段によって得られた変換係数を量子化する量子化手段と、

該量子化手段で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化手段と、

該エントロピー符号化手段で符号化された符号データを出力する出力手段とを備える画像処理装置であって、前記変換手段は、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、少なくとも当該タイル内の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択手段を含み、

前記出力手段は、前記選択手段で選択された拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する手段を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】 入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割工程と、

個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換工程と、

該変換工程によって得られた変換係数を量子化する量子化工程と、

該量子化工程で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化工程と、該エントロピー符号化工程で符号化された符号データを出力する出力工程とを備える画像処理方法であって、

前記変換工程は、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、当該タイル内の画素の状態と当該タイルに隣接するタイル内の前記注目画素の近傍の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択工程を含み、

前記出力工程は、前記選択工程で選択された拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する工程を含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項8】 コンピュータが読み込み実行することで画像を圧縮符号化する装置として機能するプログラムコードを格納する記憶媒体であって、

入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割工程のプログラムコードと、

個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換工程のプログラムコードと、

該変換工程によって得られた変換係数を量子化する量子化工程のプログラムコードと、

該量子化工程で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化工程のプログラムコードと、

該エントロピー符号化工程で符号化された符号データを出力する出力工程のプログラムコードとを格納し、

前記変換工程のプログラムコードは、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、当該タイル内の画素の状態と当該タイルに隣接するタイル内の前記注目画素の近傍の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択工程のプログラムコードを含み、

前記出力工程のプログラムコードは、前記選択工程で選

扱われた拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する工程のプログラムコードを含むことを特徴とする記憶媒体。

【請求項9】 入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割工程と、
個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換工程と、
該変換工程によって得られた変換係数を量子化する量子化工程と、
該量子化手段で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化工程と、
該エントロピー符号化工程で符号化された符号データを出力する出力工程とを備える画像処理方法であって、
前記変換工程は、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、少なくとも当該タイル内の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択工程を含み、
前記出力工程は、前記選択工程で選択された拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する工程を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項10】 コンピュータが読み込み実行することで画像を圧縮符号化する装置として機能するプログラムコードを格納する記憶媒体であって、
入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割工程のプログラムコードと、
個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換工程のプログラムコードと、
該変換工程によって得られた変換係数を量子化する量子化工程のプログラムコードと、
該量子化手段で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化工程のプログラムコードと、
該エントロピー符号化工程で符号化された符号データを出力する出力工程のプログラムコードを格納し、
前記変換工程のプログラムコードは、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、少なくとも当該タイル内の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択工程のプログラムコードを含み、
前記出力工程のプログラムコードは、前記選択工程で選択された拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する工程のプログラムコードを含むことを特徴とする記憶媒体。

【請求項11】 請求項第1項乃至第6項のいずれか1つに記載の画像処理装置より出力された符号データを復号化する画像処理装置であって、
分割されたタイル単位の符号化データを入力する入力手段と、

入力された符号データをエントロピー符号化して量子化インデックスを出力するエントロピー復号化手段と、
得られた量子化インデックスを逆量子化して変換係数を出力する逆量子化手段と、
得られた変換係数を逆変換して画像信号を生成する画像信号生成手段とを備え、
前記画像信号生成手段は、
処理対象となるタイルの境界部分について逆変換する際、当該タイルについて埋め込まれた拡張処理を示す情報に基づき変換係数を拡張する拡張手段と、
拡張された変換係数に対して所定のフィルタ係数を用いてフィルタ処理するフィルタバンクを含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項12】 請求項第1項乃至第6項のいずれか1つに記載の画像処理装置より出力された符号データを復号化する画像処理方法であって、
分割されたタイル単位の符号化データを入力する入力工程と、
入力された符号データをエントロピー符号化して量子化インデックスを出力するエントロピー復号化工程と、
得られた量子化インデックスを逆量子化して変換係数を出力する逆量子化工程と、
得られた変換係数を逆変換して画像信号を生成する画像信号生成工程とを備え、
前記画像信号生成工程は、
処理対象となるタイルの境界部分について逆変換する際、当該タイルについて埋め込まれた拡張処理を示す情報に基づき変換係数を拡張する拡張工程と、
拡張された変換係数に対して所定のフィルタ係数を用いてフィルタ処理するフィルタバンク工程を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項13】 コンピュータが読み込み実行することで、請求項第1項乃至第6項のいずれか1つに記載の画像処理装置より出力された符号データを復号化する画像処理装置として機能するプログラムコードを格納する記憶媒体であって、
分割されたタイル単位の符号化データを入力する入力工程のプログラムコードと、
入力された符号データをエントロピー符号化して量子化インデックスを出力するエントロピー復号化工程のプログラムコードと、
得られた量子化インデックスを逆量子化して変換係数を出力する逆量子化工程のプログラムコードと、
得られた変換係数を逆変換して画像信号を生成する画像信号生成工程のプログラムコードとを備え、
前記画像信号生成工程のプログラムコードは、
処理対象となるタイルの境界部分について逆変換する際、当該タイルについて埋め込まれた拡張処理を示す情報に基づき変換係数を拡張する拡張工程のプログラムコードと、

拡張された変換係数に対して所定のフィルタ係数を用いてフィルタ処理するフィルタバンク工程のプログラムコードを含むことを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置及び方法及び記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータ及びネットワークの著しい発達に伴い、文字データ、画像データ、音声データ等、多種の情報がコンピュータ内、ネットワーク間で蓄積・伝送されるようになってきている。これらのデータの中で画像、特に多値画像は非常に多くの情報を含んでおり、その画像を蓄積・伝送する際にはデータ量が膨大になってしまうという問題がある。このため画像の蓄積・伝送に際しては、画像の持つ冗長性を除く、あるいは画質の劣化が視覚的に認識し難い程度で画像の内容を変更することによってデータ量を削減する高能率符号化が用いられる。

【0003】高能率符号化の方式としては、静止画像の国際標準符号化方式としてISOとITU-Tにより勧告されたJPEGが広く用いられている。JPEGは離散コサイン変換を基本とした方式であるが、圧縮率を高めるとブロック状の歪みが生じるという問題点があった。

【0004】その一方で、画像を入力あるいは出力する機器においては画質向上に対する要求から高解像度化が進んでいるため、従来にも増して高い圧縮率が求められている。このため、異なる変換方式として離散ウェーブレット変換を利用した符号化方式が提案されている。

【0005】離散ウェーブレット変換は、離散コサイン変換を用いた方式で問題となったブロック歪みが発生しにくいという利点がある。その為、さらに高い圧縮率を要求される用途において応用が期待されている。

【0006】しかし、これまで提案されている離散ウェーブレット変換による符号化方式の殆どが、圧縮の対象となる画像全体に対して離散ウェーブレット変換を施すことで行っている。これによりブロック歪は発生しないが、一方では符号化器または復号化器には全ての画像を読みこんで一旦記憶できるメモリが必要となり、装置のコストを著しく上昇させる問題が発生する。従って、特に大きな解像度を持つ画像を圧縮符号化する際には画像を所定の大きさのタイルに分割して独立に符号化することが必要となる。

【0007】図9はこのように画像をタイル分割して圧縮符号化する方式のブロック図および機能の概要を示したものである。同図(a)に示すブロック図において不図示の画像入力装置から入力された画像信号は、画像入力器1により所定の大きさを持つタイルにまとめられ、後続の離散ウェーブレット変換器2に出力される。同図

(b)はタイル分割の様子を示したものであり、縦HI画素、横WI画素の解像度を持つ画像Iは、画像入力器1において縦H画素、横W画素の矩形のタイルに分割されている。

【0008】離散ウェーブレット変換器2は、入力されたタイルに含まれる画像信号に対し、タイル単位で2次元の離散ウェーブレット変換を施すものである。ここで2次元の離散ウェーブレット変換は1次元の離散ウェーブレット変換の組み合わせとして実現される。つまり、水平方向の1次元離散ウェーブレット変換をライン毎に順次行う処理と、垂直方向の1次元離散ウェーブレット変換を列毎に順次行う処理である。また1次元の離散ウェーブレット変換は所定の特性を持つローパスフィルタとハイパスフィルタおよびダウンサンブラから成るフィルタバンクで構成されるものである。

【0009】また、同図(c)は離散ウェーブレット変換器2の内部構成を示したものである。タイル単位にまとめられた画像信号はバッファ201に記憶される。信号拡張器202はバッファから水平あるいは垂直方向に画像信号を読み出し、信号の端部を拡張してフィルタバンク203に出力している。この信号拡張は、信号の開始点あるいは終了点でフィルタ処理を行うために不足のデータを補うものであり、同図(d)に例を示す。この例ではフィルタは対称型でタップ(係数)の数(以下、単にタップ数)は5であり、水平方向に1ライン分に相当するW個の画像信号がバッファに読み込まれているものとする。信号の終了部分では、図に示すように $x(W-1)$ にフィルタの係数の中心を重ねた形でフィルタ処理が行われるが、そのためにタイルの外に相当する部分に2つのデータを $x(W-1)$ を中心に対称となるよう拡張する。信号の開始部分でも同様に拡張が行われ、フィルタ処理およびダウンサンプリングが施されて結果がバッファ201に書き戻される。

【0010】このように離散ウェーブレット変換器2により生成された変換係数は、タイル単位で後続の量子化器3に出力される。量子化器3は入力した変換係数を所定の量子化ステップにより線形量子化し、量子化インデックスを出力する。更に量子化インデックスは後続のエントロピ符号化器4に出力される。エントロピ符号化器4は入力した量子化インデックスをビットプレーンに分解し、ビットプレーンを単位としてエントロピ符号化を行いビットストリームを出力する。このように画像を複数タイルに分割し、各タイル独立に処理を行うことで符号化器に必要なメモリ容量を低減することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来の構成では低ビットレートの条件においては、復号画像のタイル境界において線状の歪みが発生し、画質の劣化が起こるという問題がある。

【0012】本発明は、このような低ビットレートの条

件においてタイリングにより圧縮符号化を行ってもタイル境界での画質劣化を起こさない画像処理装置及び方法及び記憶媒体を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。すなわち、入力画像を所定サイズのタイルに分割する分割手段と、個々のタイルに含まれる画像信号に対して、異なる所定周波数通過特性を有するフィルタ群を用いて係数に変換する変換手段と、該変換手段によって得られた変換係数を量子化する量子化手段と、該量子化手段で量子化して得られた量子化インデックスをエントロピー符号化するエントロピー符号化手段と、該エントロピー符号化手段で符号化された符号データを出力する出力手段とを備える画像処理装置であって、前記変換手段は、前記タイルの境界近傍の注目画素に対し、当該タイル内の画素の状態と当該タイルに隣接するタイル内の前記注目画素の近傍の画素の状態に応じて注目画素位置に対するフィルタ処理する際の拡張処理を選択する選択手段を含み、前記出力手段は、前記選択手段で選択された拡張処理を示す情報を符号データに埋め込み出力する手段を含むことを特徴とする。

【発明の実施の形態】以下、添付図面にしたがって本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

【0014】＜第1の実施形態＞図1は第1の実施形態による画像処理装置の構成を表すブロック図である。不図示の画像入力装置（例えば、イメージスキャナやデジタルカメラ、もしくはネットワークや記憶媒体等）から入力された画像信号は、画像入力器1により所定の大きさを持つタイルにまとめられ、後続の離散ウェーブレット変換器2に出力される。タイル分割は図9（b）に示した方法と同様であり、縦H画素、横W画素の解像度を持つ画像Iが、画像入力器1において縦H画素、横W画素の矩形のタイルに分割されているものとする。

【0015】離散ウェーブレット変換器2は、入力されたタイルに含まれる画像信号に対し、タイル単位で2次元の離散ウェーブレット変換を施すものであり、同図に示すようにバッファ201、信号拡張器202、フィルタバンク203、判定器204から構成されている。これらの機能については後述する。

【0016】離散ウェーブレット変換器2により生成された変換係数は、タイル単位で後続の量子化器3に出力される。量子化器3は入力した変換係数を所定の量子化ステップにより線形量子化し、量子化インデックスを出力する。更に量子化インデックスは後続のエントロピー符号化器4に出力される。エントロピー符号化器4は入力した量子化インデックスを、ビットプレーンに分解し、ビットプレーンを単位としてエントロピー符号化を行い符号列を出力する。

【0017】次に本実施形態における離散ウェーブレッ

ト変換器2の動作の詳細について、図1から図4を用いて説明する。

【0018】なお、処理対象となるタイルに属する画像信号は離散ウェーブレット変換器2内のバッファ201に記憶されるものとする。また、本実施形態においては、処理対象となるタイルに隣接するタイルの中から水平・垂直方向共に2画素分の画像信号がバッファに読み込まれる。つまり、タイルが $n \times n$ 画素である場合、バッファ201には同一中心位置を持つ $(n+4) \times (n+4)$ の画素が少なくとも格納されるものとする。

【0019】バッファ201内の画像信号は、水平あるいは垂直のいずれかの方向に沿った1ライン単位で読み出され、信号拡張器202でフィルタ処理に必要な分信号が拡張され、フィルタバンク203においてフィルタリングおよびダウンサンプリングが行われる。以上の処理を所定の回数繰り返すことで、離散ウェーブレット変換が実行される。

【0020】この時、画像信号の最後の2つに対してフィルタ処理を行う際は、必要な画像信号がタイル境界外に存在することになるため、画像信号を拡張する必要がある。本実施形態においては、ローパスフィルタがタップ数5としているため、タイルの水平方向の開始部分と終了部分に隣接するタイル中の各々2個の信号を拡張する必要がある。

【0021】判定器204は、バッファ内から読み出される処理対象タイルに属する1ライン分の画像信号と、同じ方向に連続する隣接タイルの信号を読み出し、信号拡張の方式を決定して信号拡張器202に対して制御信号を与える。信号拡張器202はこの制御信号により2つの拡張方式を切り替えて信号の拡張を行っている。

【0022】以下に判定器204における判定の方法について説明する。

【0023】まず以下の説明において、処理は水平方向に対する処理で、1ラインの長さはW（奇数）であり、またフィルタのタップ数はローパスフィルタが5、ハイパスフィルタが3であるとする。また、信号の端点における処理は信号の終了部分について説明するが、開始点における処理も信号のインデックスが異なるだけで基本的に同じである。

【0024】判定器204はバッファ204から、処理対象となるタイルの画素信号から最後の3つ、また隣接するタイルから最初の信号を2つ読み、不図示の内部バッファに記憶する。この時、判定器204が参照する画像信号の例を図2に示す。同図において、処理対象となるタイルから読み出された画素信号は $x(W-3)$ 、 $x(W-2)$ 、 $x(W-1)$ の2つであり、隣接したタイルから読み出された画素信号は $x_0(0)$ 、 $x_0(1)$ である。画像上では、これら5つの信号は互いのタイルの境界を挟んで連続している。

【0025】次に判定器204は、タイル境界を挟んで

隣接する画像信号から Δs および Δp を次式を用いて計算する。

$$\Delta s = (x(w-2) - x(0))^2 + (x(w-3) - x(1))^2 \quad (\text{式1})$$

$$\Delta p = (2 \cdot x(w-1) - x(w-2) - x(0))^2 + (2 \cdot x(w-1) - x(w-3) - x(1))^2 \quad (\text{式2})$$

Δs 及び Δp は後述する2つの拡張方式により信号拡張を行った時の本来の画素値に対する誤差の2乗和となる。

【0027】この結果を基に判定器204は次式により

$$\text{If } (\Delta s > \Delta p) \quad SW = P; \quad (\text{式3})$$

$$\text{If } (\Delta s \leq \Delta p) \quad SW = S; \quad (\text{式4})$$

このように決定された制御信号SWは、信号拡張器202に出力される。

【0029】信号拡張器202は、判定器204から入力したSWの値により、フィルタバンク203に対して出力する画像信号の拡張方法を切り替える。

【0030】図3は切り替えられる2つの拡張方法を示したものであり、制御信号SWがSの場合には同図

$$x(w) = x(w-2) \quad (\text{式5})$$

$$x(w+1) = x(w-3) \quad (\text{式6})$$

また、同図(b)は処理対象となるタイルの最後の画像信号 $x(w-1)$ を中心として、信号を点対称的に拡張するものであり、次式により拡張した画像信号が得られ

$$x(w) = 2 \cdot x(w-1) - x(w-2) \quad (\text{式7})$$

$$x(w+1) = 2 \cdot x(w-1) - x(w-3) \quad (\text{式8})$$

このように制御信号SWに値に応じて拡張された画像信号は、フィルタバンク203に出力される。フィルタバンク203は、入力した画像信号に対してローパスフィルタおよびハイパスフィルタを施し、その結果得られた係数をダウンサンプリングしてバッファ201に対して出力する。

【0033】図4はフィルタバンクにより出力される係数の例を示したものであり、同図(a)はローパス係数a(ローパスフィルタ側の出力)、同図(b)はハイパス係数d(ハイパスフィルタ側の出力)である。aおよびdは、ダウンサンプリングにより間引かれており、L aおよびL dは次式で計算される、各々ローパス係数aおよびハイパス係数dのデータ数である。

【0034】

$$La = \text{ceil}(W/2) \quad (\text{式9})$$

$$Ld = \text{floor}(W/2) \quad (\text{式10})$$

但し、 $\text{ceil}(x)$ は、 x がそれを超える最小整数(小数点以下切り上げ)、 $\text{floor}(x)$ は x を超えない最大の整数値(小数点以下切り捨て)、 W は元の画像信号のデータ数であり、本実施形態においてはタイルの横方向の大きさに等しい。このようにして得られた係数はバッファ201に書き戻され、新たな画像信号が再び信号拡張器202を介してフィルタバンク203に読みこまれ、同様の処理が必要な回数行われる。

【0035】このように符号化処理が行われた結果、出力される符号列の例を図5に示す。同図において、ヘッ

【0026】

信号拡張器202に出力する制御信号SWを次のようにして決定し、出力する。

【0028】

(a)が、Pの場合は同図(b)のように拡張方法が選択される。同図(a)は処理対象となるタイルの最後の画像信号 $x(w-1)$ を中心として、信号を対称的に折り返すものであり、次式により拡張した画像信号が得られる。

【0031】

$$x(w) = x(w-2) \quad (\text{式5})$$

$$x(w+1) = x(w-3) \quad (\text{式6})$$

る。

【0032】

は画像の大きさ、タイルの大きさ、量子化ステップ等の画像全体にわたる符号化用のパラメータを含んでいる。THはタイル単位のヘッダであり、タイルの先頭を示すマーカーコードM、各タイル毎のパラメータ等に加えて、当該タイルの変換処理において用いられた拡張処理のタイプを表す数値SW(PまたはS)もフラグとして含まれている。

【0036】例えば、タイルのサイズが 128×128 ドットであるとした場合、そのタイル内のエッジは水平方向に対して最初と最後の計2つあり、これが128ライン分有することになる。垂直方向も同様であるから、結局のところ、タイルの境界の数は $2 \times 128 + 2 \times 128 = 512$ 個存在することになり、各タイル境界における拡張法を示すフラグの数が512個分備えることになる。拡張法は線対称、点対象のいずれか一方であるので1ビットで表現できるから、512ビットのフラグを有することになる。

【0037】以上説明したように本実施形態における符号化処理によると、入力画像の注目タイルの境界に位置する画素に対して、その境界に位置する画素近傍の状態に応じて拡張法(線対称か点対象)を選択し、その選択された拡張法に従ってフィルタ処理し、尚且つ、その選択した拡張法がいずれであるのかを示す情報(フラグ)を含んだ符号データを生成することで、復号装置側では各タイル及びそのエッジの画像を再現する際に最適な復号化を行うことを可能にさせる。すなわち、復号化側で

は、符号データをタイル単位に復号化する際に、そのタイルに隣接するタイルとの接合部分が自然なものとすることができる。

【0038】上記処理を簡単に説明すると以下のようになる。

【0039】説明を簡単にするため、水平フィルタ（ローパス及びハイパスフィルタの2つがある）について説明する。

【0040】今、図11に示す如く、 $N \times N$ 画素のある1ラインについてフィルタ処理する場合を考える。入力した1ライン分のデータはダウンサンプリングすることで、2組みのデータA、Bを生成する。データA、Bは入力した1ラインを1画素置きにサンプリングしたものと考えると分かり易い。

【0041】データA、Bそれぞれについてローパスフィルタ、ハイパスフィルタを用いたフィルタリング処理を行うことになるが、図示では、データAに対するローパスフィルタについて示した。

【0042】さて、データAに対してフィルタリングする場合、その両端の画素（タイル境界の画素でもある）ではフィルタ処理するのに図示の拡張部分の画素データが必要になる。この拡張部分の画素（ローパスフィルタのタップ数に依存す）を、先に説明した手法で生成することで、フィルタ処理が行えるようにすることになる。

【0043】これをデータBに対しても同様の処理（データBの場合はハイパスフィルタ処理）を行うことになるが、この場合には、ハイパスフィルタのタップ数に応じた拡張処理が必要になる。

【0044】本実施形態では、この拡張部分をどのように拡張したかを示すフラグを生成し、それを符号化データのヘッダに埋め込むことになるが、実施形態におけるフィルタ処理の動作について図12を用いて説明する。

【0045】図示において100が入力した画像中の或るタイルを示している。これをダウンサンプリングすることで、図示の画像110を生成する。そして、まず、ローパスフィルタ及びハイパスフィルタ処理を図示の符号120に示す如く、1ライン単位に上から下に向けて処理する。このとき、上記実施形態で説明した拡張処理を行うと共に、どのようにして拡張したかを示すフラグを作成する。こうして、水平フィルタによるフィルタ処理が終了すると図示の符号130で示すデータが作成されることになる。今度は、垂直な1列ずつ左から右側に向けてフィルタ処理を行うことで、最終的に図示の符号150のようなフィルタ処理されたデータを得る。

【0046】次に、上記のようにして生成された符号列を受信もしくは入力し、復号化する装置における手順について説明する。

$$a(La) = a(La-2)$$

また、ハイパス係数も同様に $d(Ld-1)$ を中心として対象となるよう、次のように拡張する。

【0047】図6は本実施形態における画像処理装置により生成された符号列を復号する復号装置の構成を示したものである。同図において、不図示の媒体（フロッピー等の記憶媒体、もしくは通信回線やネットワーク等）から入力された符号列は符号入力器5において解析され、復号に必要な情報が抽出される。これらの情報は、主として図5に示すヘッダから読み込まれるものであり、復号画像およびタイルの大きさ等の基本的なパラメータと、タイル毎に指定されるパラメータから成る。この中で、タイルヘッダTHに含まれている拡張処理タイプSWは逆離散ウェーブレット変換器8に直接出力されている。

【0048】符号入力器5は、上述した基本的なパラメータを読みこみ、圧縮されたデータをタイル単位で順次エン트로ピ復号器6に出力する。エン트로ピ復号器6は入力した符号列を復号し、量子化インデックスを後続の逆量子化器7に出力する。逆量子化器7は量子化インデックスを係数値に変換し、逆離散ウェーブレット変換器8に出力している。

【0049】逆離散ウェーブレット変換器8は入力した係数値を逆変換して画像信号を復元し、画像出力部9に出力する。この画像出力部9はモニタ等の画像表示装置であってもよいし、あるいは磁気ディスク等の記憶装置であってもよいし、印刷装置であっても構わない。以下に逆離散ウェーブレット変換器8の詳細について説明する。

【0050】逆離散ウェーブレット変換器8は図示に示した通りであり、逆量子化器7から出力された係数は処理対象となるタイル単位でバッファ801に読み込まれる。バッファ内の係数列は順次1次元のデータ列として読み出され、フィルタバンク803においてアップサンプリングおよびフィルタ処理が行われて再びバッファ801に書き込まれている。ここで、フィルタ処理を有限長の係数列に対して行うため、信号拡張器802において係数列の端点において拡張が行われる。以下に信号拡張器802の動作について説明する。

【0051】信号拡張器802は符号入力器5から入力した拡張処理タイプSWにより、係数拡張処理の方法を以下のように切り替える。まず、SWの値がSの場合は図7に示す方法により拡張を行う。ここで、ローパスフィルタのタップ数が3、ハイパスフィルタのタップ数が5であるとする、ローパス係数a、ハイパス係数dの拡張は各々同図(a)および(b)のようになる。まず、ローパス係数は端点に相当する $a(La-1)$ を中心として対称となるよう次式により拡張を行う。

$$\text{【0052】} \quad (式11)$$

【0053】

$$d(Ld) = d(Ld-2) \quad (式12)$$

$$d(Ld+1) = d(Ld-3) \quad (式13)$$

このようにして拡張した係数列はフィルタバンク803に出力され、フィルタ処理が行われ、結果がバッファ801に書きこまれる。以上の処理が必要な回数繰り返され、当該タイルの画像信号が復元されて出力される。

【0054】一方SWがPの場合は、図8に示す方法で係数の拡張が行われる。この時の拡張された係数は、次式で表される。

【0055】

$$a(La) = 2 * a(La-1) - a(La-2) \quad (式14)$$

$$d(Ld) = 2 * d(Ld-1) - d(Ld-2) \quad (式15)$$

$$d(Ld+1) = 2 * d(Ld-1) - d(Ld-3) \quad (式16)$$

本実施形態においては、(式5)から(式8)により拡張された画像信号と、隣接タイルでの実際の画像信号の差の2乗和を(式1)および(式2)を用いて計算し、その値が小さくなるように拡張方式を選択した。従って拡張された画像信号はタイル境界を挟んだ実際の変化に近い値となり、量子化により復号時誤差が生じたとしても、境界部分での歪を抑制することができる。

【0056】上記実施形態における図1の画像処理装置の構成としては、画像を入力する手段(例えばカメラやスキャナ、もしくは画像を記憶したフロッピー等の記憶媒体用のドライブ)や、ネットワーク上の相手先へ転送する手段、もしくは記憶媒体に書き込む手段を備えるパーソナルコンピュータ等の汎用情報処理装置で実現できる。すなわち、上記の処理のほとんどがソフトウェアでもって実現できることになる。

【0057】以上の通りであるが、実施形態における符号化装置における動作処理手順を、図10のフローチャートに従って説明する。

【0058】まず、ステップS1で1タイル分のデータを読み出し、ステップS2で注目画素がタイルの境界近傍にあるかどうかを判断する。境界近傍にあると判断した場合には、ステップS3に進み、隣接するタイル中の不足分の画素をリードし、ステップS4で先に説明した Δs 、 Δp を算出する。

【0059】そして、ステップS5において算出された値を比較し、それぞれに応じて拡張画素データを生成する(ステップS6、又はS7)。

【0060】こうしてフィルタ処理分のデータが揃うと、ステップS8に進み、フィルタ処理を施し、ステッ

$$Bs(La-1) = \text{ceil}(\log_2(\text{floor}(\text{abs}(as(La-1)/q)))) \quad (式17)$$

$$Bp(La-1) = \text{ceil}(\log_2(\text{floor}(\text{abs}(ap(La-1)/q)))) \quad (式18)$$

ここで、 $\text{abs}(x)$ は x の絶対値、 q は当該タイルの量子化ステップである。この結果を元に判定器204は次式により信号拡張器202に出力する制御信号SWを次のよ

$$\text{if}(Bs(La-1) > Bp(La-1)) \quad SW = P; \quad (式19)$$

$$\text{if}(Bs(La-1) \leq Bp(La-1)) \quad SW = S; \quad (式20)$$

このように決定された制御信号SWは信号拡張器202に出力される。

【0067】本実施形態によれば、タイル境界における離散ウェーブレット係数のレンジが小さくなるように拡張方式を選ぶことができる。従って、エントロピー符号化

プS9の量子化処理、ステップS10のエントロピー符号化を行う。この際、ステップS5で判定された結果をフラグとして挿入する処理も行う。そして、ステップS11で全画像について処理がなされたと判断するまで、上記の処理を繰り返すことで、最終的な符号データを生成する。

【0061】復号化装置では、先に説明した構成で復号化を行うことになるが、その処理手順は上記説明からすれば容易に理解できよう。

【0062】<第2の実施形態>以上の第1の実施形態においては、タイル境界での画像信号の変化を元に拡張方式を選択したが、拡張した画像信号を離散ウェーブレット変換した結果により、圧縮効率が高くなるよう選択を行うこともできる。以下の第2の実施形態においては、これによる選択方法について説明する。

【0063】まず符号化および復号化装置の全体構成および離散ウェーブレット変換器、逆離散ウェーブレット変換器の構成については、第1の実施形態と同様であるので、説明は省略する。本実施形態において異なるのは、符号化装置における判定器204の動作であるので、以下この部分について詳細を説明する。

【0064】判定器204は、図3(a)および(b)の2つの拡張方式により画像信号を拡張した場合の、タイル境界点におけるローパス係数 $as(La-1)$ および $ap(La-1)$ を計算し、それらを2進数表現するために必要なビットプレーン数 $Bs(La-1)$ 、 $Bp(La-1)$ を各々次のように求める。

【0065】

うにして決定し、出力する。

【0066】

器4においてビットプレーン符号化を行う際に、符号化対象となるシンボルの数を削減することができる。これにより、圧縮効率がより高くすることが可能となり、同一符号長における画質を向上させることができる。また本実施形態においては、判定器204によりローパス係

数を計算したが、ハイパス係数あるいはそれらを組み合わせて拡張方式を選択してもよい。

【0068】<第3の実施形態>以上説明した第1、第2の実施形態では、タイル単位に符号データを生成する際、タイルの境界部における拡張法を示すフラグを境界に位置する画素数だけ生成する必要がある。例えば128×128画素のタイルの場合、512個のフラグが必要になる。実際は、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ処理することになるので、それぞれ毎にエッジが存在し、しかも、これを垂直、水平双方に行うわけであるから、フラグの数はこの数倍になる。

【0069】しかしながら、入力される画像の解像度にもよるが、昨今の画像の解像度はより高い方向へ進んできており、画像中の128×128画素程度のタイルを着目したとき、そのタイル内の大部分のエッジでは同じ拡張法が選択される可能性が高い。そこで、タイル全体、もしくは、水平及び垂直方向のそれぞれについての代表的な拡張法（最頻度の拡張法）を、その方向にある全画素位置における拡張法として扱うようにしてもよい。

【0070】このようにすると、符号化装置側で発生する符号データ量をより少なくさせることが可能になる。

【0071】<その他の実施形態>以上の実施形態では、タイル境界近傍に位置するタイル内外の画素状態に応じて信号の最適な拡張方式を決定する様にしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、上記タイル内の画素の状態から最適な拡張方式を決定するようにしても構わない。この場合、具体的にはタイル境界近傍の内側に画素の変化が大きければ隣接タイル（境界外側）でも同様に変化していると予測し、点対称に拡張子、上記変化が一定の場合には線対称に拡張する様にすれば隣接タイルの画素信号を参照する必要がなくなる。

【0072】また、本実施形態では垂直、水平方向に一度ずつのフィルタ処理により図12のようなウェーブレット変換係数を得る場合について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、一般的に知られている様に、LL成分に更にウェーブレット変換を繰り返すことにより、図13に示す様な係数の構成を得る場合にも本発明を適用できる。その際にはウェーブレット変換時に変換対象となる成分（LL、LL₂等）の境界部分にも上記実施形態と同様の問題が生じることになるので、同様の拡張方式の選択抜粋を用いることになる。例えば、LLの境界の拡張方式を決定するには少なくともLLの境界近傍の内部係数を参照（必要があれば隣接タイルのLLを参照しても良い）すれば良い。また、このようにウェーブレット変換をタイル内で繰り返す場合、フラグの数が、第1の実施形態より更に多くなるが、第3の実施形態にて説明したようにタイル毎に統一した拡張方法にすればフラグ量は減らせる。

【0073】上記実施形態では、符号化装置及び復号化

装置それぞれについて説明したが、これらは1つの装置内で実現しても構わない。つまり、符号化装置に相当する処理で圧縮符号化した結果をファイルとして保存し、再生する場合に上記符号化装置に相当する処理を行うのである。

【0074】つまり、本発明は上記実施形態を実現するための装置および方法のみに限定されるものではなく、上記システム又は装置内のコンピュータ（CPUあるいはMPU）に、上記実施形態を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システムあるいは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施形態を実現する場合も本発明の範疇に含まれる。

【0075】またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が上記実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、およびそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

【0076】この様なプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0077】また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみに従って各種デバイスを制御することにより、上記実施形態の機能が実現される場合だけではなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の範疇に含まれる。

【0078】更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能格納ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれる。

【0079】

【発明の効果】以上述べたように、本発明においては、符号化の際にタイル境界における画像信号の変化の度合いに応じてフィルタ処理に際しての拡張方式を切り替えている。これにより、離散ウェーブレット変換係数が量子化されたことにより復号時に誤差が生じたとしても、タイル境界において元の画像信号の状態に応じた拡張を行うことで、歪を抑制することが可能となる。また、切り替えの情報を符号列に含めることにより、復号側では適切な方式を選択させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態における画像符号化装置のブロック図である。

【図2】タイル境界での画像信号例を示す図である。

【図3】画像信号の拡張方法を説明するための図である。

【図4】離散ウェーブレット変換係数を説明するための図である。

【図5】実施形態における画像符号化装置により生成される符号列の説明図である。

【図6】実施形態における画像復号化装置のブロック図である。

【図7】離散ウェーブレット変換係数の拡張方法を説明するための図である。

【図8】離散ウェーブレット変換係数の拡張方法を説明するための図である。

【図9】従来の装置構成及び動作を示す図である。

【図10】図1の装置における動作処理手順を示すフローチャートである。

【図11】実施形態におけるフィルタ処理における拡張処理を説明するための図である。

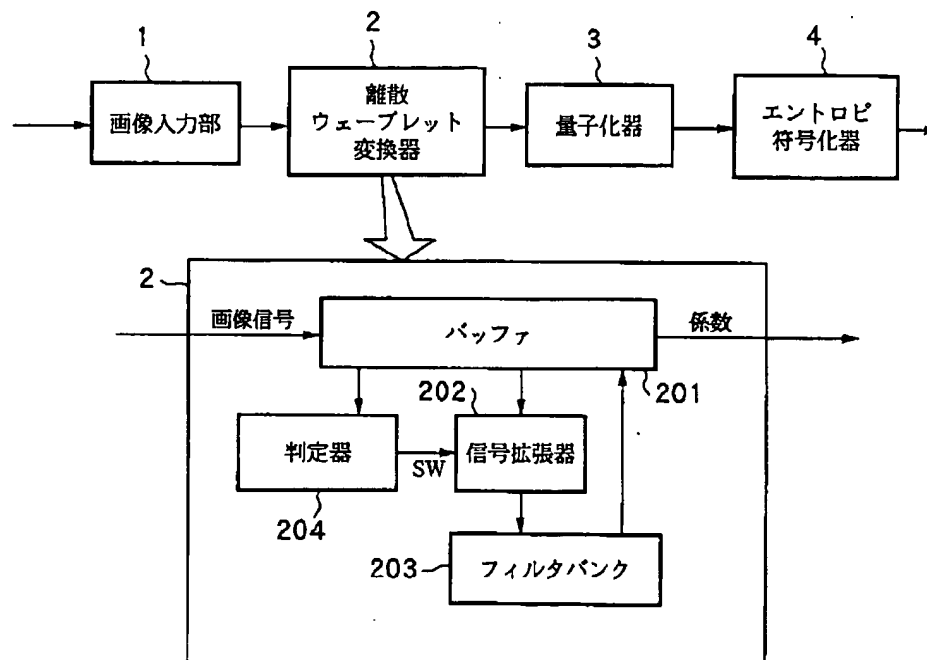
【図12】実施形態におけるフィルタ処理の動作順を示す図である。

【図13】ウェーブレット変換の例を示す図である。

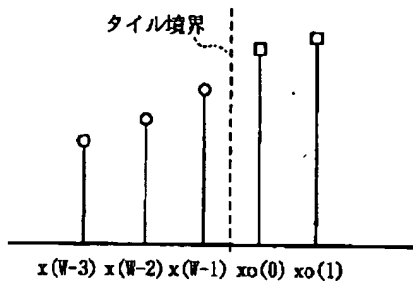
【符号の説明】

- 1 画像入力器
- 2 離散ウェーブレット変換器
- 3 量子化器
- 4 エントロピ符号化器
- 5 符号入力器
- 6 エントロピ復号器
- 7 逆量子化器
- 8 逆離散ウェーブレット変換器
- 9 画像出力部
- 201 バッファ
- 202 信号拡張器
- 203 フィルタバンク
- 204 判定器
- 801 バッファ
- 802 信号拡張器
- 803 フィルタバンク

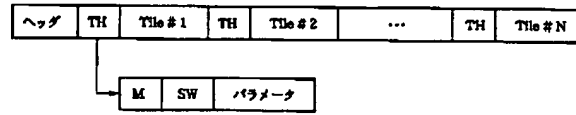
【図1】



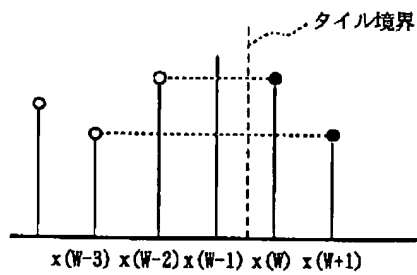
【図2】



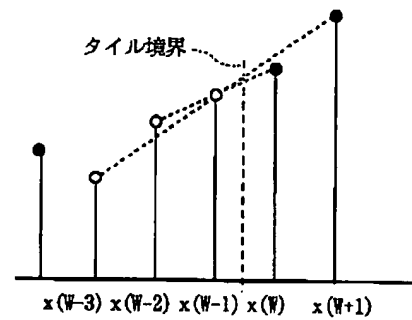
【図5】



【図3】

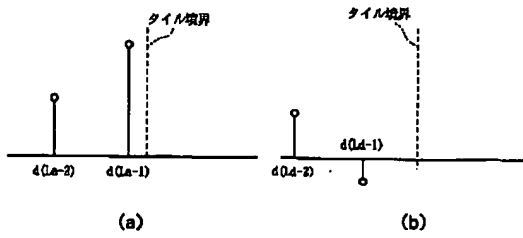


(a)

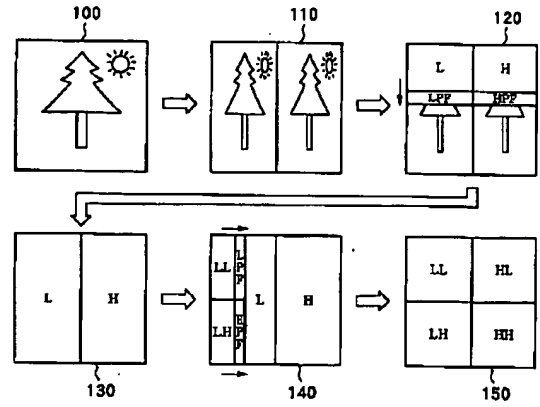


(b)

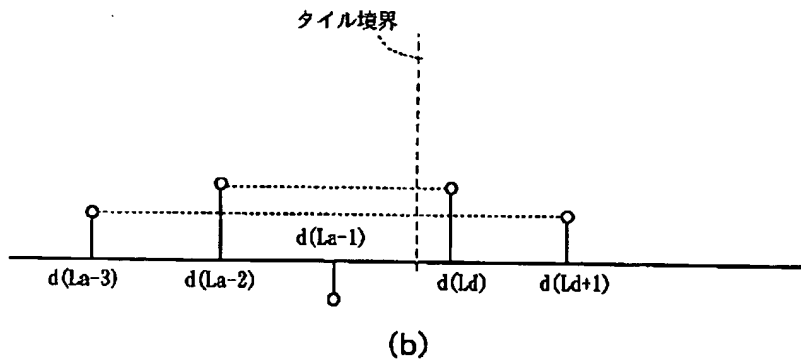
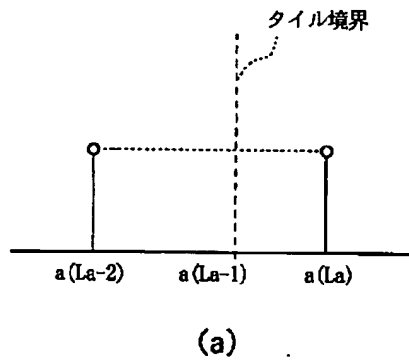
【図4】



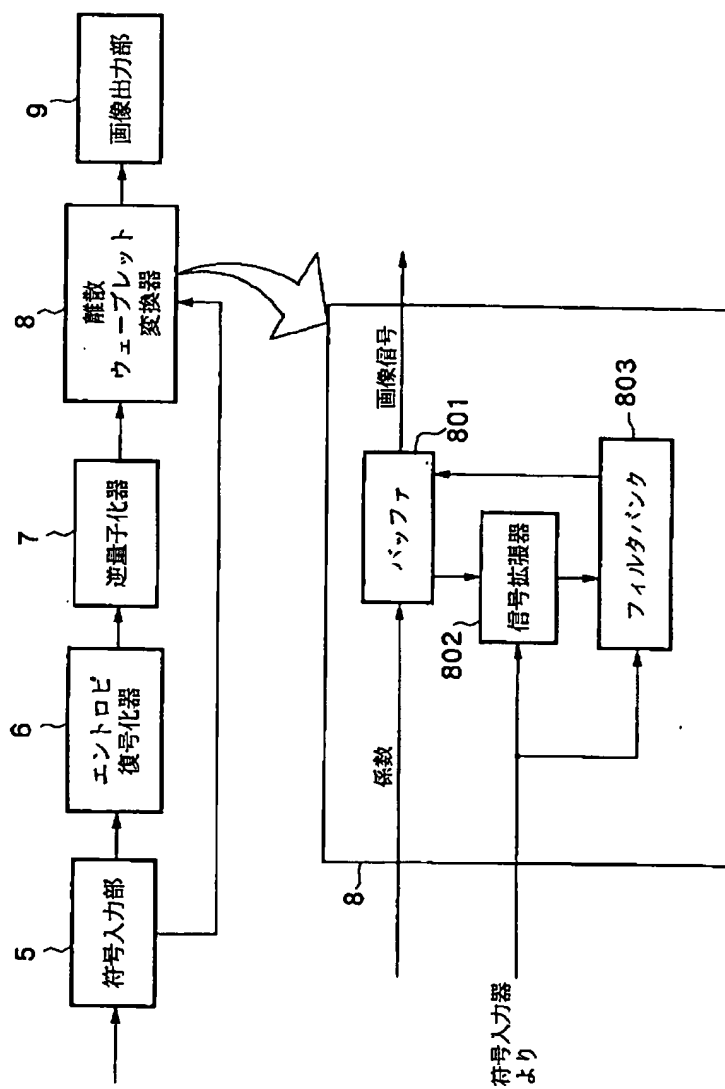
【図12】



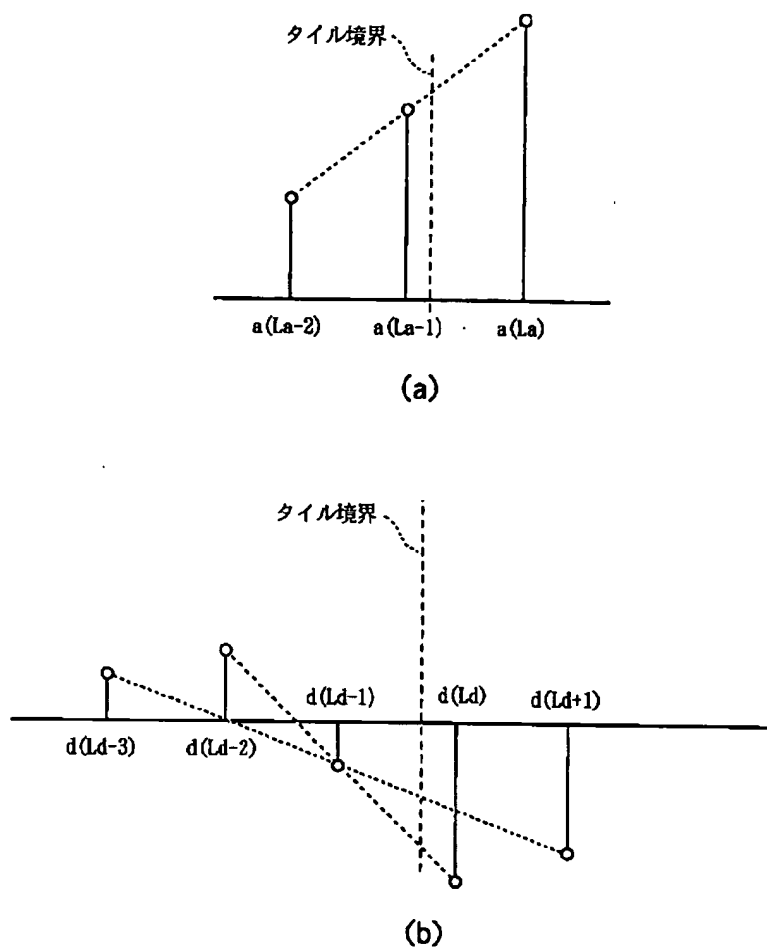
【図7】



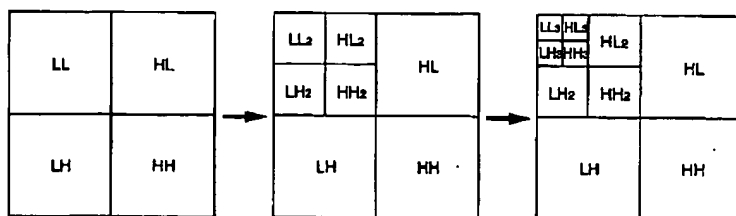
【図6】



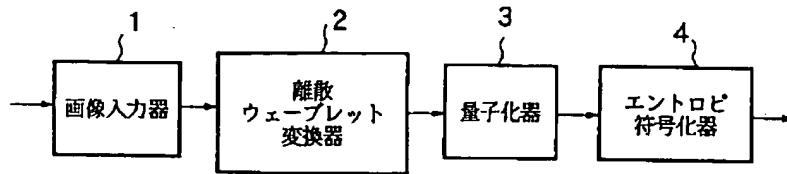
【図 8】



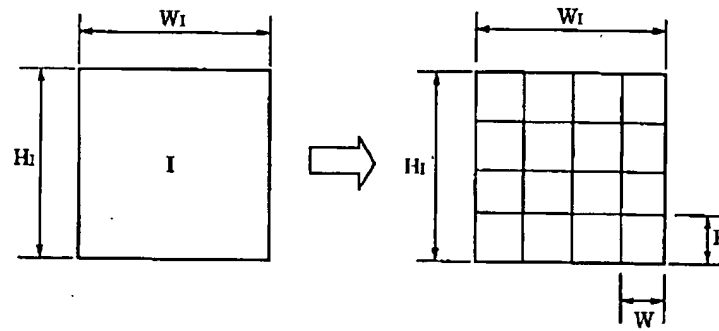
【図 13】



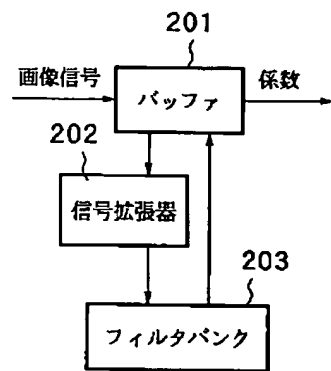
【図9】



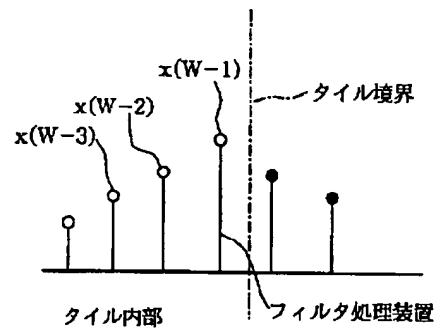
(a)



(b)

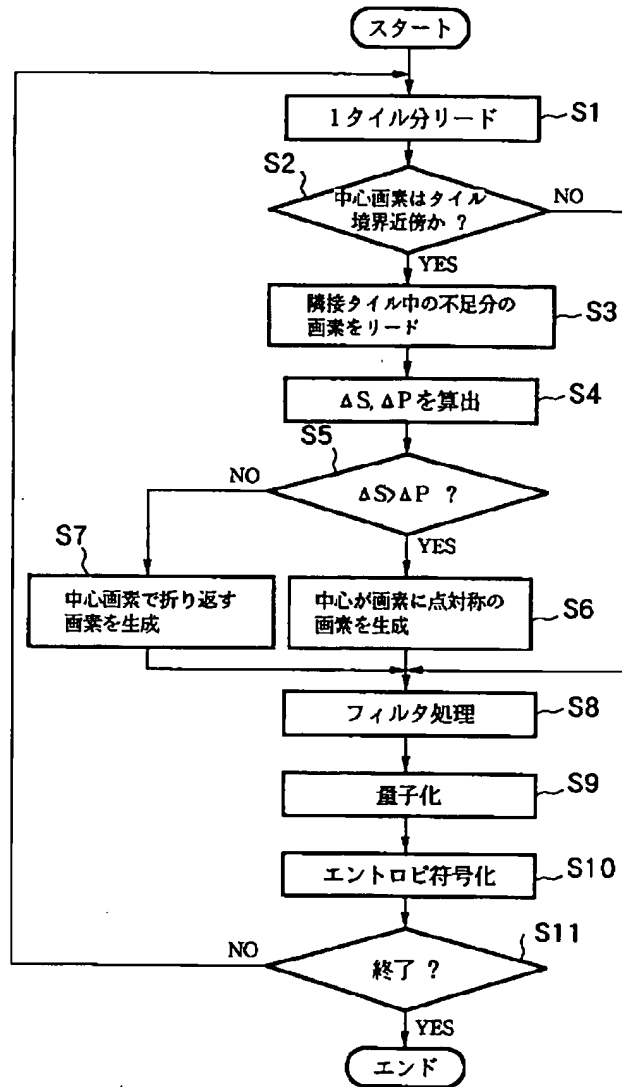


(c)

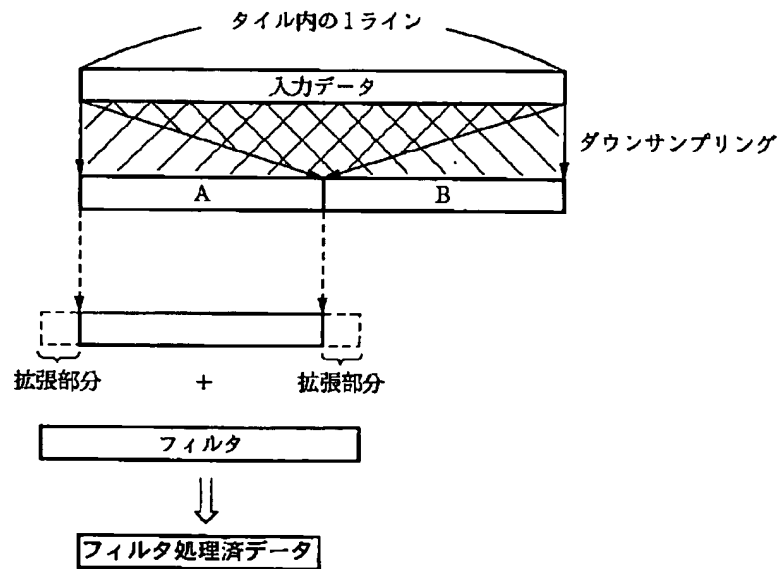


(d)

【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 岸 裕樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

Fターム(参考) 5J064 AA01 AA02 BA09 BA16 BB14
BC12 BC14 BC16 BC25 BD03